



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA

RAFAELA KAROLINA VIANA NUNES

DETERMINAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO OLÉO
ESSENCIAL DA AROEIRA (*Schinus Terebinthifolius* RADDI),
NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO

São Cristóvão - SE

2017

DETERMINAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO OLÉO ESSENCIAL DA AROEIRA (*Schinus Terebinthifolius* RADDI), NOS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO

Monografia apresentada pela acadêmica Rafaela Karolina Viana Nunes, como exigência do curso de graduação em Farmácia da Universidade Federal de Sergipe sob a orientação do Professor Prof. Dr. Charles Santos Estevam e co-orientação Dra. Andrea Yu Kwan Villar Shan.

Aos amores da minha vida, Isa Maria (mãe),
Maria Leide (avó) e meu avô Aristides Julião.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado neste longo período de estudo, pela saúde, coragem e força nos momentos difíceis. A minha mãe Isa Maria Viana Nunes por todo o apoio recebido nas minhas escolhas, pelo esforço e trabalho realizado para a conclusão deste curso e pelo amor que sempre me foi passado mesmo nas horas mais distantes. Obrigada por não medir esforços em me ajudar na realização deste sonho. Aos meus avós Maria Leide Viana Nunes e Aristides Julião Nunes, pela educação que me foi concedida, pela compreensão e ensinamentos passados e toda minha família (tios, tias, madrinha, padrinho, primos e primas) pelo amor e compreensão durante a graduação. À professora Andrea Yu Kwan Villar Shan pela oportunidade e paciência nos momentos de escrita do trabalho de conclusão acadêmica, assim como pela dedicação em atender e esclarecer minhas dúvidas. Sempre terei enorme consideração por ti e por todas as oportunidades que me ofereceu durante minha vida acadêmica. Tenho como exemplo na minha vida profissional. Agradeço ao professor Charles Estevam por proporcionar a entrada em seu grupo de pesquisa, você foi o grande motivador para seguir na iniciação científica. Agradeço também a todos meus amigos do LQPNB, que também fizeram parte de toda minha trajetória ao desenvolver este trabalho.

RESUMO

NUNES, Rafaela Karolina Viana. **Determinação qualitativa e quantitativa do óleo essencial da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), nos estádios de desenvolvimento reprodutivo**. 2017. 30 p. UFS (Graduação em Farmácia). São Cristóvão, SE, 2017.

Óleos essenciais são compostos aromáticos, voláteis pré-existent em tecidos vegetais ou são produzidos por reações de certos constituintes químicos. São encontrados nos órgãos das plantas, nos aparelhos secretores e estão associados a várias funções relacionadas à sobrevivência do vegetal em seu ecossistema, tendo então um papel fundamental na sua defesa contra os micro-organismos e predadores, assim como na atração de insetos e outros agentes fecundantes. Quimicamente, a grande maioria dos óleos essenciais é constituída de derivados fenilpropanoides e ou de terpenoides, sendo estes últimos predominantes. Entretanto, fatores ambientais e ou genéticos podem gerar ou alterar sua produção tanto quantitativamente quanto qualitativamente. Diante do exposto, no presente trabalho, foi realizado um estudo sobre as variações na composição e no rendimento dos óleos essenciais de *S. terebinthifolius* Raddi provenientes de duas regiões do estado de Sergipe em função de diferentes estádios reprodutivos. As plantas foram selecionadas a partir de populações naturais localizadas no município de Neópolis e de São Cristóvão. De cada região, foram coletadas amostras compostas de cada órgão (folhas, flores, frutos verdes e frutos maduros) a ser analisado. Os óleos foram extraídos por hidrodestilação e o rendimento obtido pela média de 5 repetições enquanto a identificação dos constituintes químicos foi feita por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM). Os resultados foram analisados estatisticamente em um fatorial 4x2 e as médias dos 8 tratamentos testadas segundo Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados mostraram que as folhas de ramos florais e as flores apresentaram maior teor de óleo essencial em ambos municípios. Os óleos produzidos pelas plantas de Neópolis apresentaram natureza predominantemente monoterpênica em todos os órgãos enquanto aqueles provenientes de São Cristóvão, mono e sesquiterpênica. Nas duas regiões estudadas o α -pineno e o δ -3-careno foram os principais quimiotipos encontrados.

Palavras chave: óleo essencial, cromatografia gasosa, aroeira, monoterpenos, sesquiterpenos.

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1. Teor de óleo essencial de folhas de <i>S. terebinthifolius</i> Raddi durante o desenvolvimento reprodutivo em função da região. Letras minúsculas comparam folhas em diferentes estádios dentro de cada região e letras maiúsculas comparam regiões para cada estágio de folhas. Tukey ($p < 0,05$)..	13
Gráfico 2. Teor de óleo essencial de órgãos reprodutivos de <i>S. terebinthifolius</i> Raddi em função da região. Letras minúsculas comparam os diferentes órgãos dentro de cada região e letras maiúsculas comparam regiões para cada órgão. Tukey ($p < 0,05$).....	14
Gráfico 3. Perfil dos marcadores químicos dos óleos essenciais de <i>Schinus teribinthifolius</i> Raddi provenientes de Neópolis, Sergipe durante o desenvolvimento reprodutivo e o período que o antecede (FV: folhas de ramos vegetativos, FRF: folhas de ramos com flores, FFV: folhas de ramos com frutos verdes, FFM: folhas de ramos com frutos maduros, FL: flores, FV: frutos verdes, FM: frutos maduros).	21
Gráfico 4. Perfil dos marcadores químicos dos óleos essenciais de <i>S. teribinthifolius</i> Raddi provenientes de São Cristóvão, Sergipe durante o desenvolvimento reprodutivo e o período que o antecede (FV: folhas de ramos vegetativos, FRF: folhas de ramos com flores, FFV: folhas de ramos com frutos verdes, FFM: folhas de ramos com frutos maduros, FL: flores, FV: frutos verdes, FM: frutos maduros).	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em estágio vegetativo provenientes da região de Neópolis, SE.....	16
Tabela 2. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em desenvolvimento reprodutivo (emissão floral) provenientes da região de Neópolis, SE	16
Tabela 3. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em desenvolvimento reprodutivo (aparecimento de frutos) provenientes da região de Neópolis, SE	17
Tabela 4. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em desenvolvimento reprodutivo (maturação de frutos) provenientes da região de Neópolis, SE	17
Tabela 5. Constituintes químicos do óleo essencial de flores de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi provenientes da região de Neópolis, SE	19
Tabela 6. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos verdes de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi provenientes da região de Neópolis, SE	19
Tabela 7. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos maduros de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi provenientes da região de Neópolis, SE	20
Tabela 8. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de ramos vegetativos de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE	22
Tabela 9. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em estágio reprodutivo (emissão floral) provenientes da região de São Cristóvão, SE	23
Tabela 10. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em estágio reprodutivo (aparecimento de frutos) provenientes da região de São Cristóvão, SE	24
Tabela 11. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi em estágio reprodutivo (maturação de frutos) provenientes da região de São Cristóvão, SE	24
Tabela 12. Constituintes químicos do óleo essencial de flores de <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE	25

Tabela 13. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos verdes de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE.. 25

Tabela 14. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos maduros de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE.. 26

SUMÁRIO

RESUMO	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS	iv
SUMÁRIO	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Plantas aromáticas.....	4
3.2 Óleos essenciais	5
3.3 A espécie <i>Schinus Terebinthifolius</i> Raddi	7
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Coleta e processamento vegetal	10
4.2 Extração do óleo essencial	10
4.3 Análise do rendimento.....	11
4.4 Determinação da constituição química do óleo essencial	11
4.5 Análise estatística	11
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1 Análise quantitativa dos óleos essenciais	13
5.2 Análise qualitativa dos óleos essenciais	15
5.2.1 Plantas da região de Neópolis	15
5.2.2 Plantas da região de São Cristóvão	22
6 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais vêm sendo utilizados pela medicina há milhares de anos. Registros egípcios de seis mil anos atrás relatam práticas religiosas associadas à cura de males, unções da realeza e busca de bem-estar físico através dos aromas obtidos de partes específicas de certos vegetais, como folhas, flores e sementes (SIANI et al., 2000). As denominações atribuídas a estes óleos se devem às suas características físico-químicas as quais os classificam como “óleos voláteis”, pois evaporam quando expostos ao ar em temperatura ambiente, exibindo aroma intenso e agradável, constituindo verdadeiras “essências” e, por serem solúveis em solventes orgânicos apolares, como o éter por exemplo, denominados de “óleos etéreos” (SIMÕES et al., 2004).

Os metabólitos secundários são geralmente classificados com base na rota biossintética de formação, a qual pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetato dando origem aos principais grupos que são os compostos nitrogenados, terpenos e compostos fenólicos como os flavonoides (SIMÕES et al., 2007; TAIZ; ZEIGER, 2009). Dentre os compostos produzidos pelo metabolismo secundário das plantas estão os monoterpenos e sesquiterpenos, os principais constituintes dos óleos essenciais das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009; KNAACK, 2010).

Dentre as plantas produtoras de óleo essencial pode-se citar a espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi, popularmente conhecida como aroeira vermelha, cujo óleo essencial é rico em terpenos, sendo esses constituintes responsáveis por várias atividades biológicas exibidas pela planta tais como antimicrobiana e repelente, (SILVA et al., 2011).

A produção de óleos essenciais depende das variações genéticas e ambientais cujas interações originam distintas formas de crescimento (ecotipos) e a expressão de quimiotipos específicos (BANDONI, 2000). Além disso, há também a dependência quanto à variação resultante da ontogenia que segundo Tavares *et al.* (2005) define o estágio de desenvolvimento específico para obtenção de metabólitos alvos em maiores quantidades. Vale ressaltar que o conhecimento do efeito dessas interações na produção dos óleos essenciais é uma ferramenta muito útil para a seleção de materiais genéticos promissores.

Assim, considerando que a constituição química e o rendimento de um óleo essencial, extraído do mesmo órgão de uma mesma espécie vegetal pode variar significativamente, estudos comparativos que considerem a variabilidade genética, a ontogenia e os fatores ambientais são estritamente necessários para otimizar qualquer produção de compostos bioativos.

Diante do exposto, no presente trabalho, foi realizado um estudo sobre as variações na composição e no rendimento dos óleos essenciais de *S. terebinthifolius* Raddi provenientes de duas regiões do estado de Sergipe em função de diferentes estádios reprodutivos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar qualitativa e quantitativamente o óleo essencial de aroeira proveniente de duas regiões do estado de Sergipe durante o período pré-reprodutivo e reprodutivo.

2.2 Objetivos específicos

- Extrair e quantificar de óleos essenciais presentes nas folhas de aroeira durante a formação de flores, de frutos verdes e de frutos maduros e nos períodos que antecedem o período reprodutivo bem como nas flores, frutos verdes e frutos maduros;
- Identificar a composição química de óleos essenciais presentes nas folhas de aroeira durante a formação de flores, de frutos verdes e de frutos maduros e nos períodos que antecedem o período reprodutivo bem como nas flores, frutos verdes e frutos maduros;
- Detectar a expressão de quimiotipos e compará-los entre as similaridades e ou diferenças entre os indivíduos por região, baseados no perfil químico e na produção de óleos essenciais durante o desenvolvimento reprodutivo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Plantas aromáticas

O consumo de plantas tem base na tradição familiar e tornou-se prática generalizada na medicina popular, sendo considerada uma terapia complementar ou alternativa para a promoção da saúde (LOYA et al., 2009). As plantas aromáticas fornecem matéria-prima tanto para fins medicinais como para uso alimentício, cosmético e de perfumaria justificando hoje o crescente interesse por estudá-las, pois sabe-se que o conhecimento popular de produtos naturais com fins terapêuticos levou estudos científicos a comprovar a ação terapêutica destes.

No Brasil, a flora medicinal, tanto a nativa quanto a exótica, é amplamente usada. A medicina popular do país é reflexo das uniões étnicas entre diferentes imigrantes e os inúmeros povos autóctones que difundiram o conhecimento das ervas locais e de seus usos, transmitidos e aprimorados de geração em geração (LORENZI; MATOS, 2008).

A variabilidade genética destas plantas é de dimensão valiosa, com riqueza de possibilidades para uso e, a ela, devem somar-se fatores ecológicos, culturais, metodológicos, agrícolas e industriais, concernentes a qualquer intenção de querer estimar em um número a quantidade de plantas aromáticas (STEFFENS, 2010).

As plantas são fontes importantes de produtos naturais biologicamente ativos, sendo que muitos dos quais se constituem em modelos para síntese de um grande número de fármacos. Alguns dos constituintes isolados de folhas, raízes, flores e frutos (flavonoides, taninos, alcaloides, cumarinas e terpenos) são os principais responsáveis pelas ações analgésicas, anti-inflamatórias, antivirais, hipoglicemiantes, antiespasmódicas e antialérgicas das plantas e, por isso, são chamadas medicinais (NODARI; GUERRA, 2000).

Dentre elas, as plantas chamadas aromáticas são assim definidas por exalarem aromas ou produto aromático por algum processo físico-químico. Entende-se que produtos aromáticos são os que têm odor ou um sabor determinado, sem avaliar sua qualidade comercial ou estética (BANDONI, 2008). Este aroma é proveniente dos óleos essenciais, seus principais constituintes metabólicos.

Existem inúmeras plantas aromáticas que podem produzir óleo essencial no Brasil, que aparece entre os principais países fornecedores dos óleos essenciais de laranja, limão, lima e outros cítricos, contribuindo com 5% do total de óleos

importados e encontra-se entre os grandes exportadores internacionais. Têm lugar de destaque na produção de óleos essenciais, ao lado da Índia, China e Indonésia, que são considerados os quatro grandes produtores mundiais (STEFFENS, 2010).

3.2 Óleos essenciais

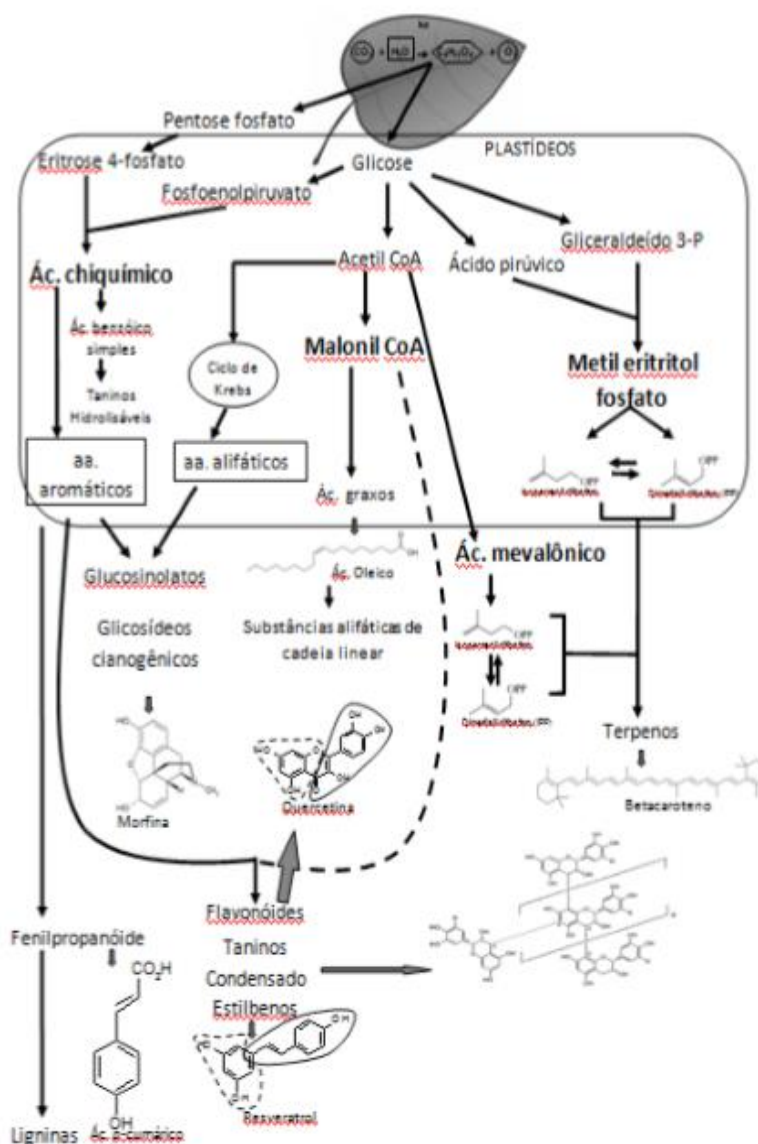
Os óleos essenciais são produzidos pelas plantas e estão associados a várias funções relacionadas à sobrevivência do vegetal em seu ecossistema, tendo então um papel fundamental na sua defesa contra os micro-organismos e predadores, assim como na atração de insetos e outros agentes fecundantes.

Por serem compostos de alta volatilidade, os óleos essenciais desempenham funções ecológicas importantes atuando como sinais de comunicação química entre o reino vegetal, promovendo a atração de polinizadores e dispersores de sementes bem como a inibição da germinação de outras espécies vegetais, garantindo perpetuação e sobrevivência às espécies que os produzem (HARBORNE, 1993; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Além disso, atuam na interação planta-patógeno e planta-animal os quais tornam as plantas que os produzem poderosas fontes de agentes biocidas, fato que é largamente estudado na agricultura, principalmente em vista das atividades bactericida, fungicida e inseticida, já comprovadas (KNAAK; FIUZA, 2010). Neste sentido, vale destacar que cada constituinte químico do óleo e suas diferentes combinações, um atuando majoritariamente, outros competindo entre si ou em sinergismo, conferem aroma e sabor característico com grande utilização na perfumaria, cosmética, alimentar e medicinal (SIMÕES *et al.*, 2004).

Os óleos essenciais são produtos do metabolismo secundário, formados pela mistura complexa de compostos voláteis, de baixo peso molecular e natureza terpênica e fenilpropanóica (STEFFENS, 2010), que podem possuir ou não funções oxigenadas, como álcoois, éteres, aldeídos, cetonas e lactonas (SIMÕES *et al.*, 2004).

Os fenilpropanoides formam-se a partir do ácido chiquímico, que forma as unidades básicas dos ácidos cinâmico e p-cumárico. Esses últimos, por meio de reduções enzimáticas produzem propenilbenzenos e/ou alilbenzenos e, por meio de oxidações com degradação das cadeias laterais, geram aldeídos aromáticos enquanto ciclizações enzimáticas intramoleculares produzem cumarinas (SIMÕES;SPITZER, 2000). Os terpenos são sintetizados através da cooperação



Fonte: Botânica no Inverno 2012

Os tecidos foliares são os principais sítios de biossíntese dos óleos essenciais sendo mobilizados para órgãos dreno onde são armazenados em estruturas

anatômicas especializadas tais como canais secretores, pelos glandulares, cavidades ou células oleíferas, a depender da espécie (HARBORNE, 1993). Qualquer órgão vegetal, flores, frutos, folhas, cascas, sementes, raízes ou rizomas podem ser considerados drenos (WINK, 1990).

Os óleos essenciais Apresentam-se sob a forma de líquidos oleosos, de aroma agradável e intenso, mas existem também os de aroma desagradáveis e ainda aqueles inodoros (COSTA, 1994; STEFFENS, 2010). A volatilidade e a insolubilidade desse óleos em água e a solubilidade em solventes orgânicos permitem caracterizá-los e promover o seu isolamento (STEFFENS, 2010).

3.3 A espécie *Schinus Terebinthifolius* Raddi

A *Schinus terebinthifolius* Raddi é uma planta pertencente à família Anacardiaceae, representada por 70 gêneros e cerca de 600 espécies, conhecidas por serem frutíferas e exibirem madeira de boa qualidade (PIO CORRÊA, 1984). Lorenzi (2008) a classifica como perenifólia, heliófita, de pequeno porte, crescimento rápido e ciclo relativamente curto (IPEF, 2006). Seus frutos, ricos em óleo essencial, são do tipo drupa (carnoso), apresentando coloração verde no início do desenvolvimento, tornando-se vermelhos no final. A semente é única, marrom escura e mede cerca de 0,3 milímetros de diâmetro (BORNHAUSEN, 2002; USP, 2002).

No mundo, a distribuição geográfica da aroeira é bastante ampla abrangendo desde regiões tropicais e subtropicais e até mesmo regiões mais temperadas. No Brasil, é encontrada desde o estado de Pernambuco até o Rio Grande do Sul, tipicamente em regiões de restingas e caatingas nordestinas. Contudo, esta espécie ocorre em várias outras formações vegetais como em Floresta Ombrófila Densa, Floresta de Araucária, capões das Florestas Estacionais Semidecíduais e, frequentemente nas capoeiras das encostas, beiras de rios e nos campos, como invasora de áreas abandonadas (IPEF, 2006).

Por ser uma espécie que apresenta grande plasticidade ecológica, vem se destacando como potencial para a recuperação de áreas degradadas (MORAES *et al.*, 2006; GAZEL; RAMOS; DIAS, 2009) e em restauração de matas ciliares (KAGEYAMA; GANDARA, 2000; TORRES, 2009). Além disso, outra característica marcante é a diversidade de metabólitos secundários presentes em toda parte da

planta que lhe confere caráter medicinal com propriedades adstringentes, antidiarreicas, depurativas, diuréticas e febrífugas (PIO CORRÊA, 1984).

Ao óleo essencial presente nos frutos atribui-se atividade antimicrobiana sobre bactérias gram-positivas e anti-inflamatória por inibição da enzima fosfolipase A₂ (PIRES *et al.*, 2004). Além disso, é utilizado em aplicações tópicas no tratamento de micoses e candidíases, sendo a atividade antifúngica atribuída à alta concentração de monoterpenos (COSTA *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2006; PIRES *et al.*, 2004).

Os óleos essenciais da espécie *S. terebinthifolius* Raddi estão presentes principalmente nas folhas e nos frutos sendo que a concentração nos frutos chega a ser cinco vezes superior ao das folhas (CLEMENTE, 2006). Além disso, podem alcançar 10% do peso seco do fruto (LLOYD *et al.*, 1977) enquanto seus galhos, folhas e flores, 0,08 a 0,15% (SINGH *et al.*, 1998).

Qualitativamente, os óleos essenciais de aroeira presentes nos tecidos foliares e nos frutos são constituídos predominantemente de monoterpenos. Experimentos de Chaves (2008) estudando o perfil químico dos óleos essenciais de folhas de indivíduos provenientes do Ceará demonstraram que, em média, os monoterpenos representaram cerca de 90% da composição química. Nos frutos, Santos *et al.* (2008) ao caracterizar o óleo essencial de aroeira provenientes do Espírito Santo, identificaram também maior percentual de monoterpenos, em torno de 86%. Ibrahim *et al.* (2010) observaram a predominância de monoterpenos, principalmente os terpenos: α -pineno, germacreno, canfeno, β -felandreno, γ -terpineno, α -felandreno e δ -3-careno. O teor desses monoterpenos chegou a 40% da composição química das amostras de óleo essencial verificado por aqueles autores (IBRAHIM *et al.*, 2010).

Entre os quimiotipos identificados na espécie, Barbará *et al.* (2008) demonstraram nas folhas, o monoterpeno α -pineno como composto majoritário, seguido do limoneno, com abundâncias relativas de 35,6% e 28,9% respectivamente. Entretanto, Silva *et al.* (2010) avaliando o óleo essencial presente nas folhas de plantas de aroeira de procedência diferente, identificaram o p-cimeno e o cariofileno como majoritários.

Nos frutos, Gehrke *et al.* (2007) observaram maior predominância dos monoterpenos δ -3-careno e α -pineno representando aproximadamente 40% dos constituintes. Da mesma forma, Silva *et al.* (2011) demonstraram a predominância

dos monoterpenos destacando-se como constituinte majoritário o α -pineno, com percentuais de 22,56% e 29,39% respectivamente.

Entretanto, Sangwan *et al.* (2001) entre outros autores citam que a produção dos óleos essenciais varia significativamente em função dos fatores genéticos, ontogênicos e ambientais, incluindo estresses bióticos e abióticos. Conforme Maciel *et al.* (2002), dentre os interferentes ambientais, pode-se citar o clima, a estação do ano, as condições geográficas, o período de colheita, a técnica de extração empregada entre outros.

Com relação à aroeira, alguns estudos já vêm sendo realizados neste sentido. Santos *et al.* (2007) avaliando mensalmente o óleo essencial presente nas folhas de três exemplares de aroeira observaram que não houve variação na composição química do óleo para um mesmo acesso durante os meses da coleta. Entretanto, os acessos estudados apresentaram diferenças químicas.

Moura *et al.* (2007) ao avaliarem a composição química do óleo essencial das folhas de dois acessos localizados em regiões diferentes, observaram similaridade química com relação aos compostos mais abundantes. Entretanto a proporção relativa foi divergente sugerindo que essa variação esteja relacionada às condições edafoclimáticas das regiões de origem e do estágio fisiológico, visto que um acesso se encontrava em estado reprodutivo e o outro vegetativo.

Experimentos de Barbosa *et al.* (2007) com folhas e frutos de aroeira provenientes de Minas Gerais, demonstraram redução na concentração do óleo essencial das folhas durante o período reprodutivo e um aumento nos frutos. O desenvolvimento reprodutivo requer alta atividade metabólica para suprir a demanda de formação de frutos e, portanto, são drenos fortíssimos (TAIZ; ZEIGER, 2004). Além disso, observaram que no óleo essencial presente nas folhas e frutos verdes há predominância de sesquiterpenos enquanto nos frutos maduros, monoterpenos o que demonstra a influência do estágio de desenvolvimento vegetal na composição química do óleo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho fez parte de um projeto de Desenvolvimento Científico Regional desenvolvido por meio da colaboração do Laboratório de Química e Bioquímica de Produtos Naturais /Universidade Federal de Sergipe (LQPNB/UFS) e do órgão financiador Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação Tecnológica (Fapitec).

4.1 Coleta e processamento vegetal

As plantas foram selecionadas a partir de populações naturais localizadas no município de Neópolis e de São Cristóvão. De cada localidade, foram coletadas amostras compostas dos indivíduos.

Para a coleta do material vegetal, previamente, foram feitas visitas técnicas aos locais pré-determinados acompanhando o desenvolvimento reprodutivo das plantas, e sempre feitas pela manhã, quando as plantas apresentavam máxima turgescência. Foram coletadas folhas retiradas dos ramos nos estádios de emissão floral, formação e maturação de frutos (frutos verdes e maduros, respectivamente) e antes do estágio reprodutivo. Também foram coletadas as flores e os frutos (verdes e maduros) dos respectivos ramos para o acompanhamento do padrão de expressão química e rendimento dos óleos essenciais em cada estágio do desenvolvimento reprodutivo. Ressalta-se que as coletas eram feitas somente quando pelo menos 50% de cada estágio do desenvolvimento eram atingidos.

Após coletado, o material foi acondicionado em sacos de plástico, devidamente identificados e transportados até o laboratório onde foram excisados, para separação dos órgãos vegetais necessários para análises, e armazenados, sob-refrigeração em temperatura de -2°C até o momento da extração.

4.2 Extração do óleo essencial

O método de extração do óleo essencial foi feito por hidrodestilação em um aparelho do tipo Clevenger modificado. Foram feitos previamente testes para determinação da quantidade de material vegetal e do tempo de extração para cada órgão vegetal (folhas, flores e fruto). Assim, determinou-se: para extração de óleo essencial das folhas utilizou-se 600 g de folhas para 1,8 L de água destilada (1:3) por 120 minutos; para flores e frutos, 250 g para 1,25 L de água destilada (1:5) por

90 minutos. O óleo era separado por densidade e colocado em um frasco de vidro previamente seco, fechado e protegido da luz até a realização da análise da composição química.

4.3 Análise do rendimento

A determinação do rendimento foi obtido pela média de cinco repetições de cada órgão vegetal, calculado por meio da relação volume obtido (mL)/peso de material vegetal destilado (g) e expresso em percentual.

4.4 Determinação da constituição química do óleo essencial

A identificação dos constituintes químicos dos óleos essenciais foi feita em cromatógrafo gasoso Shimadzu modelo QP2010 Ultra acoplado a um espectrômetro de massa-EM/ detector de ionização de chama- FID equipado com coluna capilar Rtx-5MS (30m x 0,25 mm ID, 0,25 mm) utilizando o gás hélio como carreador com fluxo de 1,2 mL.min⁻¹.

As seguintes condições de operação foram adotadas: volume de injeção de 0,5 µL, razão de split 1:30, temperatura do injetor 280 °C, programação de temperatura: iniciando 50 °C. 1,5 min⁻¹ (delay), aumentando-se 5 °C. min⁻¹ até atingir 200 °C, e após, 10 °C. min⁻¹ até 280 °C, permanecendo a esta temperatura por 5 minutos.

Os dados de MS e FID foram adquiridos simultaneamente por meio de um sistema de detecção com razão de split 4:1 (EM: FID). Uma coluna capilar (0,62 m x 0,15 mm d.i.) foi utilizada para conectar o divisor com o detector EM, e outra (0,74 m x 0,22mm d.i.) com o detector FID. Os dados de EM foram adquiridos no modo de varredura (m/z 40-350) com energia de impacto eletrônico 70 eV. A temperatura FID foi ajustada para 250 °C utilizando hidrogênio, ar e hélio a velocidade de fluxo de 30, 300 e 30 mL min⁻¹, respectivamente. Os teores dos constituintes foram expressos em % de normalização das áreas do respectivo cromatograma. Foram considerados marcadores químicos aqueles compostos presentes em todos os órgãos durante o desenvolvimento reprodutivo.

4.5 Análise estatística

Para avaliar a produção do óleo essencial das folhas a análise estatística foi feita pela combinação entre quatro estádios para folhas (folhas vegetativas, folhas de ramos florais, folhas de frutos verdes e folhas de frutos maduro) e duas regiões de coleta (Neópolis e São Cristóvão), em fatorial 4x2. As médias dos oito tratamentos foram testadas segundo Tukey ($p < 0,05$).

Já para a produção do óleo essencial dos órgãos reprodutivos, a análise estatística foi feita pela combinação entre três órgãos reprodutivos (flores, frutos verdes e frutos maduros) e duas regiões de coleta (Neópolis e São Cristóvão), em um fatorial 3x2. As médias dos seis tratamentos também foram testadas segundo Tukey ($p < 0,05$) e, ambas análises, foram feitas com auxílio do software SAS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise quantitativa dos óleos essenciais

Os rendimentos obtidos nas extrações dos óleos essenciais das folhas das plantas selecionadas na região Neópolis e São Cristóvão podem ser observados no Gráfico 1. Na região de Neópolis, maior conteúdo de óleo foi observado nas folhas de ramos florais e o menor nas folhas de ramos de frutos verdes e de maduros, os quais não diferiram significativamente entre si.

Já na região de São Cristóvão, tanto as folhas de ramos florais como as folhas de ramos com frutos maduros apresentaram maior teor e, embora as folhas dos ramos com frutos verdes tenham mostrado teor significativamente igual àquelas de ramos com frutos maduros, diferiram das folhas de ramos florais. Nessa região, menor teor foi observado nas folhas de ramos vegetativos. Entretanto, Clemente (2006) indicou como tendo o menor teor as folhas de ramos com flores e o maior, nas folhas de ramos vegetativos.

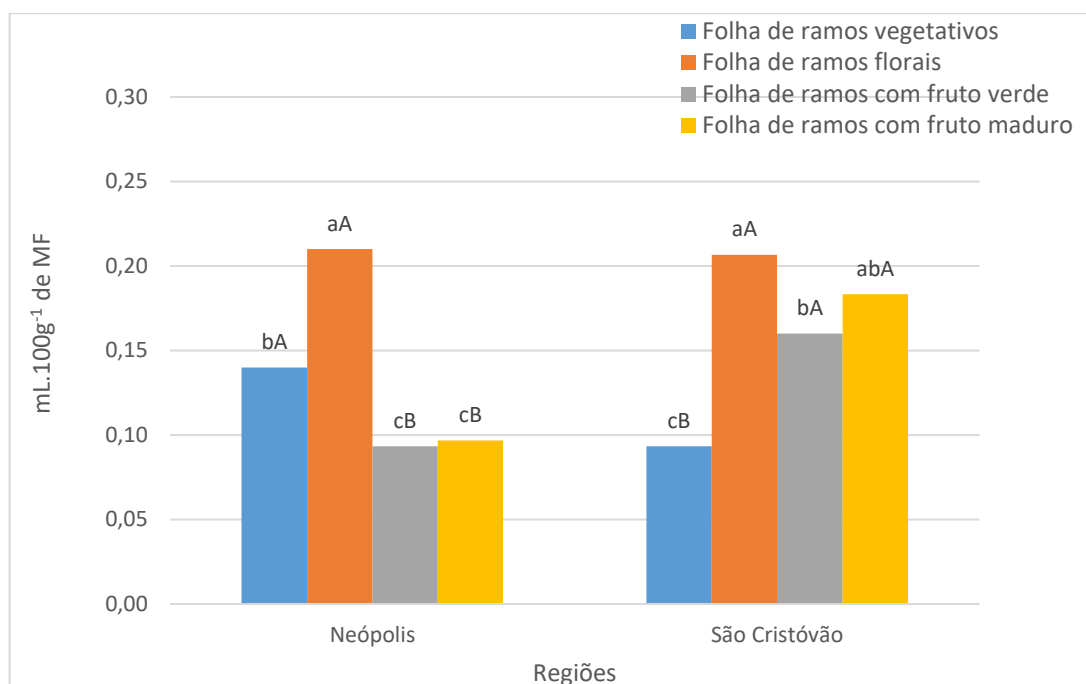


Gráfico 1: Teor de óleo essencial de folhas de *S. terebinthifolius* Raddi durante o desenvolvimento reprodutivo em função da região. Letras minúsculas comparam folhas em diferentes estádios dentro de cada região e letras maiúsculas comparam regiões para cada estágio de folhas. Tukey ($p < 0,05$).

O maior teor observado nas folhas de ramos florais em ambas as regiões, confirma a hipótese de que, sendo as folhas principal sítio de síntese dos óleos essenciais, servem de fonte para atender a demanda de óleos na formação de flores.

Tanto as folhas de frutos verdes como de frutos maduros da região de São Cristóvão tiveram teor de óleo estatisticamente maior do que aquelas de Neópolis. Porém, o contrário é observado quanto ao teor das folhas de ramos vegetativos. Vale ressaltar que essas folhas, apresentaram teor maior do que as folhas de frutos verdes e maduros da referida região sendo uma interessante alternativa para produção de óleo essencial fora do ciclo reprodutivo.

O Gráfico 2 traz os rendimentos obtidos nas extrações dos óleos essenciais das flores, frutos verdes e frutos maduros das plantas selecionadas na região de Neópolis e de São Cristóvão. Por meio dele, observa-se que tanto na região de Neópolis quanto em São Cristóvão, as flores apresentaram maior teor sendo que aquelas pertencentes à primeira região foram estatisticamente maiores.

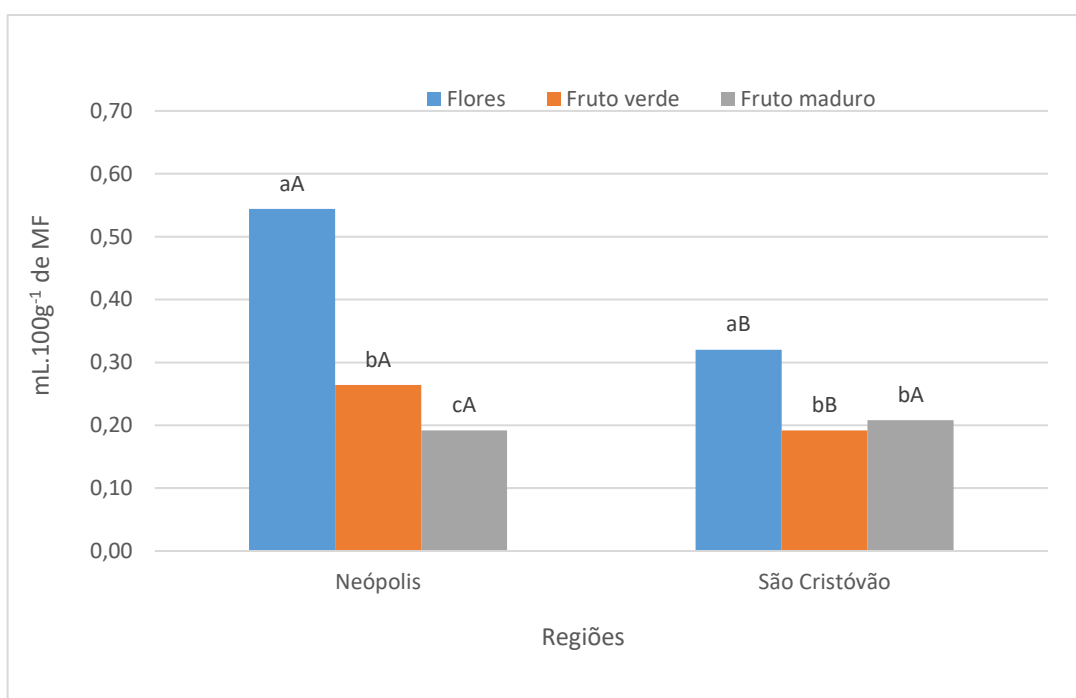


Gráfico 2 Teor de óleo essencial de órgãos reprodutivos de *S. terebinthifolius* Raddi em função da região. Letras minúsculas comparam os diferentes órgãos dentro de cada região e letras maiúsculas comparam regiões para cada órgão. Tukey ($p < 0,05$).

Quanto aos frutos, tanto os verdes quanto os maduros apresentaram igual teor na região de São Cristóvão enquanto em Neópolis os primeiros mostraram

maior teor. Entretanto, quando se compara as duas regiões, percebe-se que os frutos maduros possuem estatisticamente igual valor.

Fisiologicamente, ao observar os gráficos 1 e 2, percebe-se que as flores das plantas de Neópolis são drenos mais fortes do que aquelas de São Cristóvão visto que mesmo tendo iguais teores de óleo nas folhas de seus ramos, o teor nas flores é significativamente maior. Outra sugestão refere-se aos rendimentos de flores e frutos em que se percebe que há uma redução no teor de óleo provavelmente associado à perda volátil do óleo nas flores, atuando como atrativos de agentes polinizadores e/ou agentes de defesa (TAIZ; ZEIGER, 2004) e, se assim o for, pode-se inferir que nas plantas de Neópolis a perda é maior, provavelmente associada à condição fisiológica menor e a competição entre espécies maior, como observado nessa região em detrimento da outra.

5.2 Análise qualitativa dos óleos essenciais

5.2.1 Plantas da região de Neópolis

As Tabelas 1, 2, 3 e 4 mostram os resultados da avaliação qualitativa dos óleos essenciais das folhas de *S. terebinthifolius* analisadas em diferentes estádios de desenvolvimento reprodutivo e aquele que o antecede. Pode-se observar que, excetuando-se as folhas obtidas de ramos florais, os óleos apresentaram constituição monoterpênica e sequiterpênica. Entretanto, a abundância relativa dos constituintes sesquiterpênicos é considerada extremamente baixa (menor que 1,5%) o que permite inferir que as folhas em todos os estádios analisados apresentam natureza predominantemente monoterpênica. Ainda, observou-se também a presença constante dos compostos α -pineno e δ -3-careno como majoritários em todos os estádios analisados.

Nas folhas de ramos em estágio vegetativo foram identificados 7 compostos entre 9 picos, dos quais destacaram-se os monoterpenos α -pineno (76,05%) e δ -3-careno (16,12%) (Tabela 1).

Tabela 1. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em estágio vegetativo provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.960	α -pineno	76.05	76.34	937	932
2	11.505	Canfeno	0.62	1.30	951	946
3	12.570	β -pineno	1.88	1.73	979	974
4	12.995	Miceno	0.75	0.98	990	988
5	13.835	δ -3-careno	16.12	14.13	1012	1008
6	14.560	Limoneno	1.17	1.21	1031	1024
7	29.530	NI	0.99	1.13	1435	NI
8	31.805	Viridifloreno	1.35	1.30	1504	1496
9	32.075	NI	1.07	1.82	1513	NI

Nas folhas de ramos com flores foram identificados 8 compostos entre 11 sendo que os monoterpenos δ -3-careno (61,57%) e α -pineno (26,67%), em maior abundância relativa (Tabela 2).

Tabela 2. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em desenvolvimento reprodutivo (emissão floral) provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.950	α -pineno	26.67	27.57	937	932
2	11.505	NI	0.18	0.14	951	NI
3	12.570	β -pineno	1.36	1.37	979	979
4	12.990	Miceno	4.33	4.42	990	988
5	13.600	α -felandreno	1.38	1.40	1006	1002
6	13.900	δ -3-careno	61.57	61.16	1013	1008
7	14.395	NI	0.34	0.24	1026	NI
8	14.555	Limoneno	2.51	1.99	1030	1024
9	14.695	NI	0.22	0.95	1034	NI
10	16.945	Terpinoleno	0.70	0.7308	1092	1086
11	29.525	NI	0.74	-	1435	NI

Tabela 3. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em desenvolvimento reprodutivo (aparecimento de frutos) provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.984	α -pineno	86.57	88.01	938	932
2	11.509	Canfeno	0.74	0.72	952	946
3	12.571	β -pineno	2.19	1.70	979	974
4	12.991	Mirceno	0.61	0.81	990	988
5	13.833	δ -3-careno	7.35	6.03	1012	1008
6	14.555	Limoneno	1.28	1.21	1030	1024
7	29.535	NI	0.33	0.29	1436	NI
8	31.807	Isodauceno	0.48	0.57	1504	1500
9	32.082	α -selinino	0.45	0.63	1513	1498

Nas folhas de ramos com frutos maduros foram identificados 19 entre 23 compostos de constituição mono e sesquiterpênica, embora esses últimos em baixa proporção quando comparados à abundância relativa dos primeiros. Os compostos de abundância relativa relevante foram os monoterpenos α -pineno (38,54%) e δ -3-careno (43,93%) (Tabela 4).

Tabela 4. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em desenvolvimento reprodutivo (maturação de frutos) provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.957	α -pineno	38.54	40.50	937	932
2	11.430	NI	0.10		949	NI
3	11.506	Canfeno	0.64	0.72	951	946
4	12.316	NI	0.14		972	NI
5	12.569	β -pineno	1.45	1.22	979	974
6	12.985	Mirceno	2.61	2.85	990	988
7	13.873	δ -3-careno	43.93	41.28	1013	1008
8	14.385	σ -cimenol	0.77	0.56	1026	1022
9	14.550	Limoneno	2.55	2.00	1030	1024
10	14.685	1,8-cineol	0.36	0.29	1034	1026
11	17.412	NI	0.21	0.57	1104	NI

Continua...

Tabela 4, cont.

12	21.003	α -terpineol	0.73	0.71	1197	1186
13	24.722	(trans)- acetato de penocarvila	0.59	0.63	1298	1298
14	24.846	(cis)-acetato de verbenila	0.45	0.79	1301	1280
15	25.098	(cis)- acetato de penocarvila	0.33	0.72	1308	1311
16	25.658	Piperitenona	0.91	1.46	1324	1340
17	26.300	(trans)-acetato de carvila	0.48	0.65	1342	1339
18	26.472	acetato de mirtênica	0.93	1.19	1347	1324
19	27.509	NI	2.63	2.32	1376	NI
20	27.913	α -copaeno	0.20	0.04	1388	1374
21	29.525	(E)-cariofileno	0.62	0.60	1435	1417
22	31.805	γ -patchouleno	0.33	0.26	1504	1502
23	35.011	óxido de cariofileno	0.50	0.54	1606	1582

As Tabelas 5, 6 e 7 mostram os resultados da avaliação qualitativa dos óleos essenciais das flores, frutos verdes e frutos maduros de *S. terebinthifolius*. Da mesma forma como observado nas folhas, excetuando-se as flores, os óleos apresentaram constituição monoterpênica e sesquiterpênica, estes últimos com abundância relativa muito baixa permitindo inferir que os frutos tanto verdes quanto maduros também apresentam natureza predominantemente monoterpênica. Observa-se que as flores e os frutos maduros apresentam constituição predominantemente monoterpênica enquanto os frutos verdes, mono e sesquiterpênica. Clemente (2006) mostrou que folhas de ramos vegetativos e com floração e frutos verdes possuíam maior teor de sesquiterpenos enquanto os frutos maduros, de monoterpênicos.

Nas flores, os compostos considerados majoritários foram os monoterpênicos δ -3-careno (57,22%) e o α -pineno (32,05%) entre os 7 constituintes identificados (Tabela 5).

Tabela 5. Constituintes químicos do óleo essencial de flores de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.950	α -pineno	32.05	32.72	937	932
2	11.505	NI	0.20	0.15	951	NI
3	12.570	β -pineno	1.35	1.22	979	974
4	12.985	NI	3.46	3.73	990	NI
5	13.595	α -felandreno	0.68	0.57	1006	1002
6	13.885	δ -3-careno	57.22	56.80	1013	1008
7	14.390	p-cimeno	0.51	0.37	1026	1020
8	14.555	Limoneno	2.68	2.17	1030	1029
9	29.525	NI	1.85	1.94	1435	NI

Nos frutos verdes, os compostos majoritários foram os monoterpenos α -pineno (34,47%), o β -felandreno (23,07%), o β -pineno (16,54%) e o δ -3-careno (6,96) entre os 16 compostos identificados (Tabela 6).

Tabela 6. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos verdes de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.643	α -tujeno	1.00	0.94	929	924
2	10.945	α -pineno	34.47	36.23	937	932
3	11.506	NI	0.30	0.31	951	NI
4	12.407	sabineno	2.61	2.48	975	969
5	12.576	β -pineno	16.54	16.67	979	979
6	12.985	Mirceno	1.23	1.30	990	988
7	13.588	α -felandreno	1.90	1.66	1005	1002
8	13.830	δ -3-careno	6.96	6.96	1012	1008
9	14.380	p-cimeno	2.49	2.15	1026	1020
10	14.604	β -felandreno	23.07	21.93	1032	1025
11	18.288	NI	0.29	0.30	1127	NI
12	20.493	terpinen-4-ol	3.83	3.08	1184	1174
13	21.007	α -terpineol	0.61	1.20	1198	1186
14	29.523	(E)-cariofileno	0.31	0.35	1435	1417
15	31.588	germacreno D	0.43	0.36	1497	1483
16	33.713	elemol	0.67	0.84	1564	1548
17	36.418	γ -eudesmol	1.62	1.56	1652	1630
18	37.123	α -eudesmol	1.67	1.60	1676	1652

Nos frutos maduros foram identificados 11 entre 14 compostos detectados, entre os quais, os monoterpenos β -pineno (40,46%), α -pineno (37,70%) e β -felandreno (5,71) como majoritários (Tabela 7). Cole *et al.* (2008) identificaram 17 componentes, sendo os principais constituintes o δ -3-careno (30,37%), o limoneno (17,44%), o α -felandreno (12,60%), o α -pineno (12,59%), o mirceno (5,82%) e o cimeno (3,46%). Nota-se que, as características genéticas da planta e os fatores abióticos interferem significativamente na composição química do óleo essencial da aroeira. Este fato também foi observado por Ibrahim *et al.* (2010) que relataram a grande variação da composição química dos óleos essenciais de plantas, ligadas diretamente a fatores ambientais.

Tabela 7. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos maduros de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de Neópolis, SE

Pico	TR (min)	Composto	%GC-MS	%GC-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	10.945	α -pineno	37.70	39.44	937	932
2	11.505	canfeno	0.62	0.94	951	954
3	12.415	sabineno	1.19	1.11	975	969
4	12.595	β -pineno	42.46	43.85	980	974
5	12.985	mirceno	0.28	0.25	990	988
6	13.590	α -felandreno	2.36	1.48	1005	1002
7	13.825	δ -3-careno	1.09	0.94	1012	1008
8	14.065	iso-silvestreno	0.24	0.25	1018	1007
9	14.580	β -felandreno	5.71	0.35	1031	1025
10	14.685	NI	0.45	5.17	1034	NI
11	20.495	NI	1.39	1.18	1184	NI
12	24.570	acetato de bornila	0.56	0.33	1294	1287
13	33.705	elemol	2.39	1.84	1564	1548
14	36.420	NI	1.29	1.13	1652	NI
15	37.125	NI	2.27	1.66	1676	NI

Levando-se em consideração os resultados apresentados traçou-se um perfil dos compostos majoritários presentes em todos os estádios estudados para a região de Neópolis (Gráfico 3).

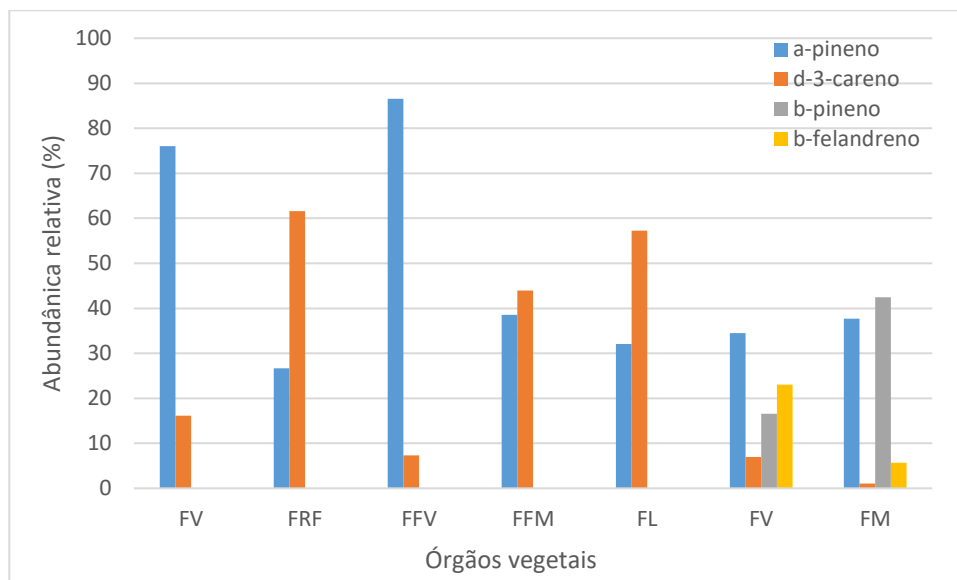


Gráfico 3. Perfil dos marcadores químicos dos óleos essenciais de *Schinus teribinthifolius* Raddi provenientes de Neópolis, Sergipe durante o desenvolvimento reprodutivo e o período que o antecede (FV: folhas de ramos vegetativos, FRF: folhas de ramos com flores, FFV: folhas de ramos com frutos verdes, FFM: folhas de ramos com frutos maduros, FL: flores, FV: frutos verdes, FM: frutos maduros).

Observa-se que para as folhas, os compostos presentes em todos os estádios de desenvolvimento foram o α -pineno e δ -3-careno. O mesmo foi observado para as flores. Já para frutos, α -pineno, β -pineno e β -felandreno foram os compostos observados tanto quando na formação quando no amadurecimento.

Avaliando a mudança do perfil durante o desenvolvimento reprodutivo, percebeu-se que a proporção dos majoritários α -pineno e δ -3-careno nas folhas, sofreu bastante variação. Na emissão de flores, a abundância de δ -3-careno nas folhas foi maior do que no período que antecede a floração quando o α -pineno foi mais abundante. Associado a isso, percebe-se que nas flores há também maior abundância de δ -3-careno o que pode ser indício de que esse composto esteja sendo alocado das folhas para as flores.

As folhas de ramos com frutos verdes apresentaram alta abundância de α -pineno e percebeu-se que nos frutos verdes há derivados isoméricos do pineno (conformação α e β , δ -3-careno). Provavelmente tenham sido formados pela alocação e ou isomerização do α -pineno presente nas folhas desses ramos ou até mesmo do α -pineno e δ -3-careno presente nas flores.

No amadurecimento de frutos, ou seja, quando passam de verdes para maduros, nota-se que há diminuição do δ -3-careno, embora exista uma grande

abundância de δ -3-careno nas folhas dos ramos de frutos maduros. Provavelmente, a alocação desse composto das folhas para os frutos maduros e ou a supressão do mesmo nos frutos maduros comparado com a abundância existente nos frutos verdes, esteja destinado à isomerização para formação de α -pineno encontrado em maior abundância nesse órgão. Clemente (2006) também encontrou baixa relação de δ -3-careno (6,32%) nos frutos maduros tendo como majoritários o β -felandreno (23,55), o α -pineno (18,82%) e o β -felandreno (16,88).

5.2.2 Plantas da região de São Cristóvão

As Tabelas 8, 9, 10 e 11 mostram os resultados da avaliação qualitativa dos óleos essenciais das folhas de *S. terebinthifolius* provenientes de São Cristóvão, analisadas em diferentes estádios de desenvolvimento reprodutivo e o que o antecede. Observa-se que, diferentemente das folhas provenientes de plantas da região de Neópolis, as folhas, em todos os estádios estudados, apresentaram óleos de constituição mono e sesquiterpênica.

Nas folhas de ramos vegetativos foram identificados 25 compostos entre os quais com maior abundância relativa os compostos monoterpênicos, δ -3-careno (63,45%), α -pineno (8,75%) e mirceno (5,42%) (Tabela 8). Santos *et al*, (2013) identificaram 37 constituintes químicos. Os componentes principais foram germacreno D (25,0%), (E)-b-cariofileno (17,5%) e d-elemeneno (10,5%).

Tabela 8. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de ramos vegetativos de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,731	α -pineno	8,75	8,11	921	932
2	9,201	cânfeno	0,18	0,10	936	946
3	10,071	β -pineno	0,24	0,19	964	974
4	10,405	mirceno	5,42	4,51	975	988
5	10,923	α -felandreno	2,75	2,06	991	1002
6	11,203	δ -3-careno	63,45	70,06	1000	1008
7	11,313	δ -2-careno	2,01	2,22	1004	1011
8	11,563	p-cimeno	0,46	0,55	1011	1020
9	11,701	limoneno	3,37	2,84	1015	1024
10	11,810	1,8-cineol	0,47	0,43	1018	1026
11	12,258	(Z)- β -ocimeno	0,12	0,12	1032	1032
12	12,662	γ -terpineno	0,87	0,70	1044	1054

Continua...

Tabela 8, Cont.

13	13,645	terpinoleno	2,45	1,77	1074	1086
14	22,996	β -elemeno	0,12	0,10	1379	1389
15	23,904	(E)-cariofileno	3,37	2,31	1411	1417
16	24,439	aromadendreno	0,28	0,18	1431	1439
17	24,833	α -humuleno	0,28	0,16	1445	1452
18	25,363	cis-cadina-1(6),4-dieno	0,80	0,56	1465	1461
19	25,559	germacreno D	0,60	0,41	1472	1484
20	25,730	β -selineno	1,17	0,72	1478	1489
21	25,949	α -selineno	1,63	1,05	1487	1498
22	26,186	β -cadineno	0,12	0,10	1495	1493*
23	26,388	γ -cadineno	0,27	0,16	1503	1513
24	26,574	δ -cadineno	0,69	0,50	1510	1519**
25	28,314	globulol	0,13	0,10	1579	1584***

Nas folhas de ramos florais foram identificados 6 entre os 7 compostos detectados, entre os quais os monoterpenos δ -3-careno (75,78%), α -pineno (10,01) e o sesquiterpeno (E)-cariofileno (5,2%)(Tabela 9) como majoritários.

Tabela 9. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em estágio reprodutivo (emissão floral) provenientes da região de São Cristóvão, SE

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,776	α -pineno	10,01	9,27	922	932
2	11,168	δ -3-careno	75,78	75,49	999	1008
3	11,785	limoneno	0,75	2,45	1018	1024
4	22,312	NI	3,27	3,84	1355	
5	23,050	β -elemeno	1,57	1,39	1381	1389
6	23,960	(E)-cariofileno	5,20	4,49	1413	1417
7	28,378	óxido de cariofileno	3,42	3,07	1581	1582

Nas folhas de ramos com frutos verdes foram identificados 9 entre os 10 compostos detectados, entre os quais, os monoterpenos δ -3-careno (67,53%), α -pineno (13,13%) e β -pineno (8,11%) como constituintes majoritários (Tabela 10).

Tabela 10. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em estágio reprodutivo (aparecimento de frutos) provenientes da região de São Cristóvão, SE

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,779	α -pineno	13,13	12,84	922	932
2	10,122	β -pineno	8,11	7,57	965	974
3	10,471	mirceno	0,98	1,43	977	988
4	10,965	α -felandreno	1,27	0,90	993	1002
5	11,171	δ -3-careno	67,53	69,12	999	1008
6	11,783	limoneno	1,81	1,60	1018	1024
7	11,870	1,8-cineol	0,73	0,77	1020	1026
8	23,959	(E)-cariofileno	3,80	3,69	1413	1417
9	25,627	germacreno D	1,62	1,27	1475	1484
10	26,040	NI	1,02	0,80	1490	

Nas folhas de ramos com frutos maduros foram identificados 8 compostos, entre os quais, os monoterpenos α -pineno (72,18%), δ -3-careno (16,7%) e o sesquiterpeno (E)-cariofileno (5,85%) (Tabela 11) como constituintes majoritários.

Tabela 11. Constituintes químicos do óleo essencial de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi em estágio reprodutivo (maturação de frutos) provenientes da região de São Cristóvão, SE

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,769	α -pineno	72,18	75,13	922	932
2	9,229	cânfeno	0,88	0,98	937	946
3	10,106	β -pineno	0,70	0,57	965	974
4	11,135	δ -3-careno	16,70	14,78	998	1008
5	11,745	limoneno	1,05	1,63	1017	1024
6	11,841	1,8-cineol	1,97	2,06	1019	1026
7	23,942	(E)-cariofileno	5,85	4,14	1412	1417
8	28,370	óxido de cariofileno	0,67	0,71	1581	1582

As Tabelas 12, 13 e 14 apresentam os resultados da avaliação qualitativa dos óleos essenciais das flores, frutos verdes e frutos maduros. Observa-se que tanto as flores quanto os frutos verdes e maduros, apresentam constituição mono e sesquiterpênica.

Nas flores, os compostos majoritários são os monoterpenos δ -3-careno (73,17%) e α -pineno (14,81%) dentre os 6 constituintes identificados (Tabela 12).

Tabela 12. Constituintes químicos do óleo essencial de flores de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,776	α -pineno	14,81	14,15	922	932
2	10,123	β -pineno	0,89	0,74	966	974
3	11,164	δ -3-careno	73,17	72,30	999	1008
4	11,770	limoneno	1,89	2,93	1017	1024
5	22,309	NI	2,92	4,11	1355	
6	23,954	(E)- cariofileno	3,72	3,20	1413	1417
7	28,376	óxido de cariofileno	2,60	2,57	1581	1582

Nos frutos verdes há predominância dos monoterpenos β -pineno (35,89%), α -pineno (26,31%) e δ -3-careno (12,62%) e, uma contribuição menor do sesquiterpeno-eudesmol (5,27%) (Tabela 13). É também nesse órgão onde foi encontrado o maior número de constituintes químicos (16 compostos).

Tabela 13. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos verdes de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE.

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,782	α -pineno	26,31	27,29	922	932
2	9,258	cânfeno	0,47	0,55	938	946
3	9,989	sabineno	0,52	0,55	961	969
4	10,129	β -pineno	35,93	35,89	966	974
5	10,969	α -felandreno	0,41	0,37	993	1002
6	11,157	δ -3-careno	12,62	12,47	999	1008
7	11,630	p-cimeno	0,52	0,59	1013	1020
8	11,785	β -felandreno	3,42	3,84	1018	1025
9	16,636	terpinen-4-ol	1,81	1,50	1167	1174
10	17,060	α -terpineol	1,94	2,18	1180	1186
11	19,943	acetato de bornila	0,86	0,64	1274	1287
12	23,962	(E)- cariofileno	1,09	1,04	1413	1417
13	27,322	elemol	3,27	3,32	1540	1548
14	29,507	γ -eudesmol	5,27	4,69	1627	1630
15	30,034	β -eudesmol	2,90	2,07	1649	1649
16	30,085	α -eudesmol	2,66	3,01	1650	1652

Os frutos maduros apresentaram maior variação de compostos majoritários os quais foram identificados como os monoterpenos δ -3-careno (30,22%), α -pineno (17,95%), β -pineno (17,53%), limoneno (7,16%), β -felandreno (6,17%) e o sesquiterpeno elemol (5,67%) (Tabela 14) entre 13 constituintes (Tabela 14). Kweka et al. (2011) identificaram 15 componentes nos frutos de aroeira entre os quais maior abundância foi do s δ -3-careno (55.36%). Da mesma forma, Silva et al. (2010) encontraram δ -3-careno (55.43%) com abundância relativa semelhante além de α -pineno (16.25%), silvestreno (10.67%), germacreno D (2.17), β -mirceno (1.99%) e isoterpinoleno (1.4%). Neste resultado, embora o δ -3-careno seja o majoritário, a abundância é menor do que os trabalhos citados anteriormente.

Tabela 14. Constituintes químicos do óleo essencial de frutos maduros de *Schinus terebinthifolius* Raddi provenientes da região de São Cristóvão, SE.

Pico	TR (min)	Composto	%CG-EM	%CG-FID	IRR exp.*	IRR lit.**
1	8,778	α -pineno	17,95	18,99	922	932
2	10,121	β -pineno	17,53	18,22	965	974
3	10,961	α -felandreno	6,17	5,69	992	1002
4	11,157	δ -3-careno	30,22	31,08	999	1008
5	11,620	p-cimeno	2,92	2,66	1013	1020
6	11,775	limoneno	7,16	6,31	1017	1024
7	16,658	terpinen-4-ol	0,90	0,95	1168	1174
8	19,941	acetato de bornila	0,88	0,73	1274	1287
9	23,960	(E)-cariofileno	1,20	1,47	1413	1417
10	27,319	elemol	5,67	6,02	1540	1548
11	29,504	γ -eudesmol	3,49	3,24	1627	1630
12	30,035	β -eudesmol	2,49	2,10	1648	1649
13	30,083	α -eudesmol	3,42	2,53	1650	1652

Levando-se em consideração os resultados apresentados traçou-se um perfil dos compostos majoritários presentes em todos os estádios estudados considerados como marcadores químicos da espécie para a região estudada (Gráfico 4).

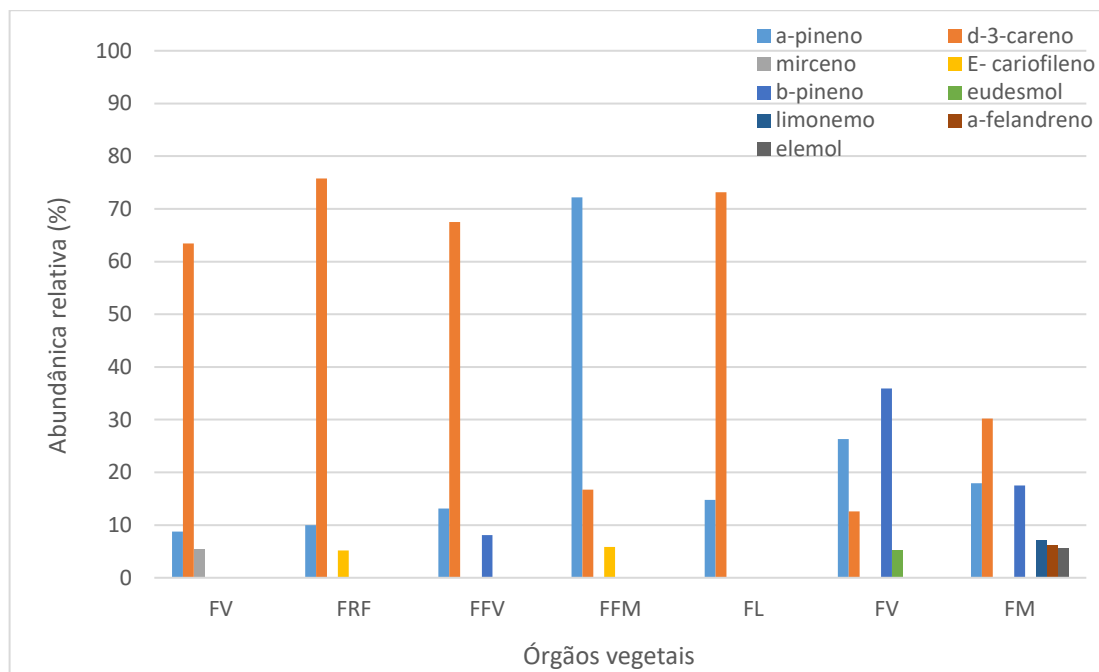


Gráfico 4. Perfil dos marcadores químicos dos óleos essenciais de *S. teribinthifolius* Raddi provenientes de São Cristóvão, Sergipe durante o desenvolvimento reprodutivo e o período que o antecede (FV: folhas de ramos vegetativos, FRF: folhas de ramos com flores, FFV: folhas de ramos com frutos verdes, FFM: folhas de ramos com frutos maduros, FL: flores, FV: frutos verdes, FM: frutos maduros).

Observa-se que assim como nas plantas de Neópolis, dos compostos majoritários identificados, aqueles presentes nas folhas em abundância relativamente alta, em todos os estádios de desenvolvimento, foram o α -pineno e o δ -3-careno bem como nas flores. Já nos frutos, tanto verdes quanto maduros, o α -pineno, o δ -3-careno e o β -pineno.

Analisando a expressão desses compostos, percebe-se que as flores como drenos fortes das folhas, mostra uma grande abundância do δ -3-careno provavelmente pela alocação desse composto para si.

O perfil químico observado para as folhas de ramos com frutos verdes e para as flores são o mesmo apresentando maior abundância de δ -3-careno e menor de α -pineno. Já nos frutos verdes percebe-se diminuição do δ -3-careno, aumento do α -pineno e o aparecimento de outro composto, o β -pineno. Essa modificação possivelmente ocorre também por isomerização e alocação do δ -3-careno. Entretanto, quando na fase de amadurecimento, nota-se novamente uma inversão na abundância de α -pineno e δ -3-careno e uma diminuição do β -pineno comparado à sua abundância nos frutos verdes.

6 CONCLUSÃO

Avaliação quantitativa:

- As folhas de ramos florais das plantas provenientes de Neópolis e de São Cristóvão produzem maior quantidade de óleo essencial sendo iguais em teor.
- As folhas dos frutos das plantas provenientes de São Cristóvão possuem teor de óleo essencial maior do que aquelas provenientes de Neópolis.
- As folhas de ramos vegetativos das plantas provenientes de Neópolis têm teor 1,5 vezes maior do que aquelas provenientes de São Cristóvão.
- As flores produzem maior teor de óleo, em ambas as regiões.
- Os frutos maduros das plantas provenientes de São Cristóvão possuem igual teor as provenientes de Neópolis.

Avaliação qualitativa:

Os óleos essenciais avaliados em todos os órgãos das plantas provenientes da região de Neópolis apresentam natureza predominantemente monoterpênica enquanto aquelas provenientes de São Cristóvão, mono e sesquiterpênica.

Os compostos presentes em todos os órgãos analisados, em maior ou menor proporção e, portanto, considerados marcadores químicos foram:

- α -pineno e o δ -3-careno nas folhas de *S. terebinthifolius* Raddi, presentes durante todos os estádios do desenvolvimento reprodutivo e em plantas provenientes de ambas as regiões. No entanto, para região de Neópolis há predominância de α -pineno e em São Cristóvão, δ -3-careno.
- O α -pineno e o δ -3-careno nas flores;
- O α -pineno, o β -pineno e o δ -3-careno nos frutos das plantas provenientes de ambas as regiões incluindo o β -felandreno para aquelas provenientes da região de Neópolis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M.A., CARDOSO, M.G., ANDRADE, J., SILVA, L.F., TEIXEIRA, M.L., RESENDE, J.M.V., FIGUEIREDO, A.C.S., BARROSO, J.G. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils from *Cinnamodendron dinisii* Schwacke and *Siparuna guianensis* Aublet. **Antioxidants**, v 2, p. 384-397, 2013.
- BANDONI, A. 2000. Los recursos vegetales aromáticos em Latinoamérica. Editorial de La Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 417p.
- BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.D.; CLEMENTE, A.D, V.F. de.; FAIZ M. D. ISMAIL, F.M.D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 1959-1965, 2007.
- BORSATO, A.V., FILHO-DONNI, L., CÔCCO, L.C., PAGILA, E.C., Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] extraído por arraste de vapor d'água, em escala comercial. **Rev. Ciencias Agrárias**, Londrina, v 29., n. 1, p. 129-136, jan./mar. 2008.
- BRUNETON, J. **Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991.
- CLEMENTE, A.D. **Composição química e atividade biológica do óleo essencial da pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi.)**. 63p. Tese (Doutorado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- COLE, E. R., Estudo fitoquímico do óleo essencial dos frutos da aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI) e sua eficácia no combate contra ao dengue 2008. **Tese** (Mestrado em Química), Centro de Ciências Exatas da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.
- FEITOSA, R.M., DANTAS, R.L., GOMES, W.C., MARTINS, A.N.A., ROCHA, A.P.T., Influence of extraction method on the content of essential oil of spearmint (*mentha spicata* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v 9., n. 4, p. 238-241, out-dez, 2014.
- GOERGEN, P.C.H., Extratos de *Schinus terebinthifolius* no controle DE *Sitophilus granarius* L. em grãos de trigo armazenado 2016. **Trabalho de conclusão de curso** (Curso de Agronomia), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2016.
- HARBORNE, J. B. Advances in chemical ecology. **Natural product report**, v. 10, p.327-348, 1993.
- INSTITUTO DE PESQUISAS FLORESTAIS - IPEF . *Inga marginata*, *Luehea divaricata*, *Mimosa scabrella*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea porosa*, *Parapiptadenia rigida*, *Schinus terebinthifolius*. Disponível em <http://www.ipef.br/silvicultura>, acessado em Dez 2006.
- KNAAK, N.; FIUZA, L.M. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos Neotropical Biology and Conservation, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.

KWEKA, E.J.; NYINDO, M.; MOSHA, F.; SILVA, A.G. Insecticidal activity of the essential oil from fruits and seeds of *Schinus terebinthifolia* Raddi against African malaria vectors. **Parasites & Vectors**, 2011, p. 4-129.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, v.1, 2008.

MING, L.C., FERREIRA, M.I., GONÇALVES, G.G., Pesquisas agrônômicas das plantas medicinais da Mata Atlântica regulamentadas pela ANVISA, **Revista Brasileira Planta Médica**, Botucatu, v.14, n.esp., p.131-137, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Monografia da espécie *Schinus terebinthifolius* RADDI (aroeira-da-praia)** 2014, Brasília.

OLIVEIRA, L.F.M.1; OLIVEIRA JR, L.F.G.2; SANTOS, M.C.3; NARAIN, N.4; LEITE NETA, M.T.S. Tempo de destilação e perfil volátil do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius*) em Sergipe. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.16, n.2, p.243-249, 2014.

PAIVA, I. C., RODRIGUES, A. K. C., BORSATO, A. V., Rendimento de óleo essencial de folhas de aroeira em diferentes tempos de extração, umidade e tamanho de partículas, **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – v 6., n. 2, Dez 2011.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; NAVA, G.A. Teor e composição química de óleo essencial de cidró em função da sazonalidade e horário de colheita. **Hortic. bras.**, v.31, n.2, abr-jun. 2013.

PIO CORREA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1926-1978. v.1. 747p. 1984.

SANTANA, J.S.; SARTONELLI, P., GUADAGIN, R.C., MATSUO, A.L., FIGUEIREDO, C.R., SOARES, M.G., SILVA&JOÃO, M., LAGO, H.G. Essential oils from *Schinus terebinthifolius* leaves – chemical composition and in vitro cytotoxicity evaluation. **Pharmaceutical Biology**, v 50(10), p. 1248-1253, 2012.

SILVA, A.B.; SILVA, T.; FRANCO, E.S.; RABELO, S.A.; LIMA, E.R.; MOTA, R.A.; CÂMARA, A.A.G. da; PONTES-FILHO, N.T.; LIMA FILHO, J.V. Antibacterial activity, chemical composition and cytotoxicity of leaf's essential oil from Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Brazilian Journal of Microbiology**, v.41, p.158-163, 2010.

SILVA, F. F. M., MOURA, L. F., BARBOSA, P. T., FERNANDES, A. B. D., BERTINI, L. M., ALVES, L. A., Análise da composição química do óleo essencial de capim santo (*cymbopogon citratus*) obtido através de extrator por arraste com vapor d'água construído com materias de fácil aquisição e baixo custo. **Holos**, v 4., 2014.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P. de, MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Editora da UFRGS/UFSC, Porto Alegre, Florianópolis, 2004, 821p

SOUZA, L. M., Flavanóides totais, atividade antioxidante e variação sazonal da composição química do óleo essencial de alecrim-pimenta 2015. **Tese** (Mestrado em

Produção Vegetal), Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Monte Claros, 2015.

STEFFENS, A.H., Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial 2010. **Tese** (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3.ed, Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

TAVARES, E.S.; JULIÃO, L.S.; LOPES, D.; BIZZO, H.R.; LAGE, C.L.S.; LEITÃO, S.G. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, p. 1-5, 2005.

WINK, M. **Physiology of secondary product formation in plants**. In: Secondary products from plant tissue culture (B.V. Charlwood, M.J.C. Rhodes, eds.), Clarendon Press, Oxford, p. 23-41, 1990.